UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Mathematical Methods for Materials Science

2627-1-FSM02Q004

Obiettivi

L'obiettivo del corso è fornire alcuni strumenti di base dell'analisi matematica, in particolare dell'analisi di Fourier e dell'analisi complessa, utili nello studio delle equazioni differenziali della fisica classica e della meccanica quantistica.
I risultati di apprendimento attesi includono:

1. La conoscenza e la comprensione delle definizioni e degli enunciati fondamentali della teoria di Fourier e dell'analisi complessa di base, nonché degli argomenti di alcune dimostrazioni; la conoscenza e la comprensione di alcune classi di esempi fondamentali a cui la teoria si applica.
2. La capacità di applicare queste conoscenze alla risoluzione di esercizi e problemi semplici, calcolando serie di Fourier e trasformate di Fourier di numerose funzioni e distribuzioni comuni, nonché integrali, residui e serie di potenze di funzioni olomorfe e meromorfe, e di interpretarne i risultati;
3. La capacità di riconoscere quali metodi di analisi di Fourier possono essere applicati in esempi e contesti specifici, in particolare nella risoluzione di determinate classi di equazioni differenziali tramite trasformata di Fourier, nonché la capacità di valutare quale di questi metodi abbia maggiori probabilità di successo;
4. Capacità di comunicare e spiegare in modo chiaro e preciso sia gli aspetti teorici del corso che le loro applicazioni a situazioni specifiche.
5. Una maggiore comprensione della struttura formale della matematica, di come questa possa essere utile nelle applicazioni, nonché la capacità di apprendere ulteriori tecniche matematiche quando necessario.

Contenuti sintetici

Analisi complessa. Serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Distribuzioni temperate e delta di Dirac.

Programma esteso

Serie di Fourier
Coefficienti e serie di Fourier in forma reale e complessa. Teorema di Dirichlet. Formula di Parseval.
Analisi complessa
Funzioni complesse. Funzioni olomorfe e funzioni armoniche. Teorema di Cauchy. Serie di Laurent. Teorema dei residui. Lemma di Jordan. Calcolo di integrali mediante il teorema dei residui.
Trasformata di Fourier I
Trasformata e antitrasformata di Fourier classica. Proprietà della trasformata di Fourier. Formula di Parseval. Funzioni gaussiane. Calcolo di alcune trasformate di Fourier con il teorema dei residui.
Distribuzioni
Spazio di Schwartz. Distribuzioni temperate. Operazioni e derivate di distribuzioni. Distribuzione delta di Dirac.
Trasformata di Fourier II
Trasformata di Fourier di distribuzioni temperate. Convoluzione. Applicazioni alla risoluzione di alcune equazioni differenziali parziali.

Prerequisiti

Analisi matematica di base: trigonometria, numeri complessi, calcolo differenziale per funzioni di una o più variabili, equazioni differenziali ordinarie, calcolo integrale (molto importante), successioni e serie di funzioni.
Se uno studente ritiene di avere lacune in uno dei prerequisiti sopra indicati, è caldamente invitato a segnalarlo al docente il prima possibile (idealmente prima dell'inizio del corso).

Modalità didattica

Ci saranno 14 lezioni frontali di due ore con lavagna, oltre a 13 sessioni di esercizi interattivi di due ore. Se necessario, o se gli studenti lo desiderano, del tempo extra potrà essere utilizzato per esercizi di recupero o per esercitazioni supplementari per gli esami. Il corso sarà tenuto in inglese.

Materiale didattico

L'unico materiale obbligatorio è costituito dagli appunti delle lezioni preparati dal docente, che saranno resi disponibili nell'e-learning.
Questi appunti possono essere integrati da libri di testo, come ad esempio:
Advanced engineering mathematics / Erwin Kreyszig. Wiley 10. ed. 2011 (disponibile su Internet Archive all'indirizzo)
Methods of Applied Mathematics with a MATLAB Overview / John H. Davis. Birkhauser (disponibile come ebook presso la Biblioteca Bicocca)
Applied Mathematics / Gerald Dennis Mahan. Kluwer 2002 (disponibile come ebook presso la Biblioteca Bicocca)
K. F. Riley, M. P. Hobson e S. J. Bence. Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press (disponibile solo in formato cartaceo presso la Biblioteca Bicocca)
Advanced engineering mathematics / K.A. Stroud. Palgrave Macmillan. 6. ed. 2020. 978-1352010251

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo mezzo del I semestre 2025-2026.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame scritto, consistente in domande aperte sulla soluzione di esercizi, problemi o sulla teoria del corso. Voto: 30/30.
L'esame orale in generale non è obbligatorio. Tuttavia, può essere richiesto dallo studente o dal docente per confermare o modificare il punteggio ottenuto nello scritto. Gli esami orali consistono in: discussione dell'esame scritto; domande su definizioni, enunciati e dimostrazioni (selezionate) di teoremi; può essere richiesta la soluzione di ulteriori esercizi.
Gli esami mirano a verificare il livello di conoscenza, l'autonomia di giudizio dello studente e le sue capacità comunicative.
Non sono previste prove parziali in corso.

Orario di ricevimento

Su appuntamento, inviando un'e-mail a reinier.kramer@unimib.it.

Sustainable Development Goals